

经皮激光椎间盘减压术中常用激光的种类、特性及其选择

尹建, 任龙喜

(北京市垂杨柳医院骨科 100022 北京市)

中图分类号: R454.2, R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2007)-11-0871-02

经皮激光椎间盘减压术(percutaneous laser disc de-compression, PLDD) 是激光技术与医学科学相结合的产物,它是目前治疗颈、腰椎退变性疾病一种比较成熟、疗效较确切的微创方法,其基本原理是在 X 线透视或 CT 导引下,经皮穿刺将导针穿入椎间盘髓核内,并导入光导纤维,输送激光,利用激光的消融能力汽化一定量的髓核组织,降低椎间盘组织内压力,使突出的椎间盘回缩,从而减轻其对神经根的压迫,达到缓解症状的效果^[1]。大成俊夫^[2]和 Iwatsuki 等^[3]认为除减压效应外,激光照射髓核组织同时具有消炎止痛的作用。自美国的 Choy 1986 年报道以来,欧洲、日本、韩国迅速开展此项工作。我国自 1994 年开展以来^[4],现已有 20 余家开展此项工作,到目前为止全世界积累了万例以上的临床经验^[5-10]。1998 年 Choy^[5]报告了 8~12 年的长期随访结果,总有效率平均为 82%,并发症低于 1%。在我国,任龙喜等^[6-8]应用该技术治疗颈椎病、颈性眩晕和腰椎间盘突出症取得了良好的效果。现将经皮激光椎间盘减压术中常用激光的种类、特性及其选择综述如下。

1 经皮激光椎间盘减压术中常用激光的种类及特性

激光在医学领域中的应用主要依靠激光对生物体产生的热效应、机械效应、光化效应、电磁场生成效应。根据组织被照射后产生的生物效应分为强激光和弱激光。PLDD 主要利用强激光对组织的切割汽化和凝固作用。目前,应用于 PLDD 的激光较多为固体激光和半导体激光,如掺钕钇铝石榴石激光(Nd:YAG 激光)、不同波长的半导体激光、掺铈钇铝石榴石激光(Ho:YAG 激光)、掺钕钇铝石榴石激光(Er:YAG 激光)。

1.1 Nd:YAG 激光

为波长 1064nm 的近红外激光,具有被颜色吸收的特性,发射器以固体激光材料作为工作物质,输出功率大(0~100W)。可以说该激光是 PLDD 的传统激光,Choy 等^[11]在比较了多种激光对人体椎间盘的汽化率后指出,Nd:YAG 激光更适合用于 PLDD。特别是近年来日本 SLT 公司研制的 Hi-peak pulsed Nd:YAG 激光设备,由于光导纤维细至可通过 21G 套管针,应用于颈椎 PLDD 更加微创、安全,而且光导纤维在 1000J 内不会折断。目前看来,Nd:YAG 激光在 PLDD 中应用历史更长,技术上更成熟。

1.2 半导体激光

波长在可见光与近红外光之间,常见波长为 805nm、810nm、850nm,此外,目前较新的波长 980nm 的半导体激光更是得到了广泛的应用。随着高功率半导体激光阵列技术、可兼容的光导纤维以及参量计算精密控制技术的出现,半导体激光已广泛应用于临床,如 PLDD、光凝固手术、光动力疗法、组织焊接等。龚卓等^[12]对镓铝砷半导体激光(GaAlAs, 810nm)、铟镓砷半导体激光(InGaAs, 980nm)、Nd:YAG 激光(1064nm)的热效应进行了比较,结果表明,InGaAs 半导体激光热凝固效应最强,Nd:YAG 激光次之,GaAlAs 最差。王胜利等^[10]应用 980nm 半导体激光行 PLDD 治疗椎间盘突出症患者 286 例,取得了良好的疗效。可见,半导体激光在医学方面的应用前景十分可观。

1.3 Ho:YAG 激光

波长 2100nm,非常接近水的吸收峰 1950nm,其吸收系数为 24cm^{-1} ,且对邻近组织热扩散作用小,能很好地被生物组织吸收,对照射组织周围的热凝固损伤比其他可见光及近红外激光小,光作用点吸收强^[13],临床用于治疗体表及腔内各类疾病,但传输光纤昂贵。

1.4 Er:YAG 激光

波长 2940nm,与水的第一吸收峰正好相符合,其能量能被水极好地吸收,产生的能量迅速引起组织的汽化、消融,周边组织的热凝固损伤极小。但是 Er:YAG 激光是由 ZrF₄ 光纤传输,消融组织时飞溅出的组织微粒容易附着于光纤末端,吸收光能产生大量的热,引起光纤末端温度骤升而损坏光纤,导致输出的激光弥散、能量密度下降,难以达到消融、切割组织的效应,因而该激光的使用受到极大的限制^[14]。

2 经皮激光椎间盘减压术对激光的选择

激光的种类除以上介绍的几种外还有很多,但并不是每种激光都适用于 PLDD 手术,如 CO₂ 激光可被水强吸收,但其很难被光纤传输。由此可见,PLDD 对激光存在一定的选择性,一般而言,激光波长越长,组织吸收率越大,在纯水中衰减越快,传播距离越短;相反,激光波长越短,在纯水中吸收率越小,衰减越慢传播距离越长。PLDD 对激光的选择与激光对椎间盘组织的生物学热效应、安全性有关,一般遵循如下原则:激光能被髓核吸收并且有很好的汽化率、在髓核内的衰减距离应很小^[5]、穿透深度浅、能够被光导纤维导入。

2.1 激光对椎间盘组织的热效应

热效应是生物效应的主要因素,它在所有的激光照射中都起作用。激光与生物组织的相互作用是一个由多种因素决定的复杂过程。激光的参数如波长、功率、能量、模式等对生物组织都有不同的影响。而生物组织的性质如密度、弹性、热导率、比热、含水量等也会对激光作出不同的反射^[5]。Choy 等^[11]的实验结果显示不同激光对髓核的汽化率分别为:CO₂ 激光 0.23mg/J,Er:YAG 激光 0.20mg/J,Nd:YAG 激光 0.16mg/J,Ho:YAG 激光 0.13mg/J,说明不同波长的激光对髓核的汽化消融能力是不同的;虽然 CO₂ 和 Er:YAG 激光对椎间盘的汽化效应最好,但目前无相应的传导光纤,使其应用受到限制。因此,Choy 主张使用 Nd:YAG 激光进行 PLDD 为佳。Nikfarjam 等^[16]和龚卓等^[10]的研究结果表明波长 980nm 的半导体激光热效应要优于波长 1064nm 的 Nd:YAG 激光,由此可见,980nm 半导体激光的发展前景良好。

2.2 激光汽化椎间盘髓核组织时的安全性

临床任何一种新技术的开展必须要以其安全性为首要条件,PLDD 技术的安全性问题也一直是人们讨论的焦点。Nerubay 等^[17]认为使用 CO₂ 激光行 PLDD 总能量超过 300J 可致椎体终板损伤。Turgut 等^[18]利用 Nd:YAG 激光对豚鼠进行研究后发现,不仅髓核与纤维环受到损伤,而且周围组织如软骨终板、椎体都受到不同程度的热损伤。但 Casper 等^[18]报告的 100 例腰腿痛患者行 PLDD 后无 1 例并发症发生。Choy 等强调行 PLDD 手术时,激光光纤要置于髓核中央,且与椎间盘水平平行,可避免纤维环、软骨终板炭化而破坏。经过大量的临床实践,Choy^[9]总结了 750 多个椎间盘 PLDD 治疗结果,并发症不足 1%。任龙喜等^[6-8]在通过透视严格控制穿刺针位置以及严格遵循无菌操作技术的基础上,利用 Nd:YAG 激光对颈、腰椎疾病患者进行 PLDD 手术,术后均未用任何抗生素,结果所有患者均未见任何并发症发生。黄其杉等^[20]应用半导体激光对人的椎间盘标本行 PLDD 后发现,激光汽化椎间盘过程中其对椎间盘周围结构温度变化影响很小,椎间盘周围结构温度变化随半导体激光能量的增加而增大,多在 2℃以内,而且远远小于造成组织变性损伤的温度(60℃)^[21],因此认为应用半导体激光行椎间盘减压术具有一定的安全性。值得一提的是,现在应用于 PLDD 的激光不能选择性消融髓核组织。Sato 等^[22]的实验结果表明,将靛青绿染料(ICG)注射到髓核中后再应用半导体激光照射可以达到选择性安全消融髓核而不破坏邻近组织的目的,这为 PLDD 技术的安全应用带来很大的启示。

PLDD 作为一种激光微创技术为颈、腰椎退变性疾病患者提供了一种新的安全有效的治疗手段,使部分患者避免了开放性手术带来的创伤,从而极大地减轻了患者的痛苦。随着科学技术的飞速发展,我们相信在不久的将来,一定会有更新、更好的激光应用于该项技术,使其更加完善,从而更好地造福于人类。

3 参考文献

1. Chiu JC, Clifford TJ, Greenspan M, et al. Percutaneous microdecompressive endoscopic cervical discectomy with laser thermolysis[J]. Mt Sinai J Med, 2000, 67(4): 278-282.
2. 大成俊夫. しーザー治療の最先端[J]. 毎日ライフ, 1999, 4(1): 137-138.
3. Iwatsuki K, Yoshimine T, Sasaki M, et al. The effect of laser irradiation for nucleus pulposus: an experimental study [J]. Neurol Res, 2005, 27(3): 319-323.
4. 齐强, 党耕町, 蔡钦林. 激光汽化椎间盘的动物实验研究[J]. 中华外科杂志, 1994, 32(3): 187-189.
5. Choy DS. Percutaneous laser disc decompression (PLDD): twelve years experience with 752 procedures in 518 patients[J]. J Clin Laser Med Surg, 1998, 16(6): 325-331.
6. 任龙喜, 白秋铁, 张敏, 等. 经皮激光椎间盘减压术治疗颈椎病初步报告[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2004, 14(2): 105-107.
7. 任龙喜, 赵巍, 张彤童, 等. 经皮激光椎间盘减压术治疗颈性眩晕的疗效观察[J]. 中国激光医学杂志, 2006, 15(4): 205-209.
8. 任龙喜, 白秋铁. 经皮激光椎间盘减压术治疗颈椎病及腰椎间盘突出症初步报告[J]. 中国激光医学杂志, 2005, 14(1): 49.
9. 丸茂仁. 腰椎椎間板ヘルニアに対するしーザー椎間板除圧術[J]. JMIOS, 2000, 4(15): 15-23.
10. 王胜利, 李继海. 980nm 半导体激光减压术治疗椎间盘突出症 286 例[J]. 中国康复理论与实践, 2006, 12(7): 632.
11. Choy DS, Altman P, Trokel SL. Efficiency of disc ablation with lasers of various wavelengths[J]. J Clin Laser Med Surg, 1995, 13(3): 153-156.
12. 龚卓, 王勉镜, 高孟林. GaAlAs, InGaAs, Nd:YAG 三种激光热凝固效应的比较 [J]. 中国激光医学杂志, 2003, 12(2): 100-102.
13. 许松林. 激光照亮了医学发展的道路[J]. 激光医学, 1994, 4(5): 1-6.
14. 朱菁, 施虹敏, 张美钰, 等. Ho:YAG 激光在临床各科的应用[J]. 应用激光, 2003, 23(2): 109-116.
15. 韩晓俊, 李正佳, 朱长虹. 半导体激光器在医学上的应用[J]. 光学技术, 1998, 24(2): 7-10.
16. Nikfarjam M, Malcontenti Wilson C, Christophi C. Comparison of 980- and 1064-nm wavelengths for interstitial laser thermotherapy of the liver [J]. Photomed Laser Surg, 2005, 23(3): 284-288.
17. Nerubay J, Caspi I, Levinkopf M. Percutaneous carbon dioxide laser nucleolysis with 2 to 5-year follow-up [J]. Clin Orthop Relat Res, 1997, 337: 45-48.
18. Turgut M, Onol B, Kilinç K, et al. Extensive damage to the end-plates as a complication of laser discectomy: an experimental study using an animal model [J]. Acta Neurochir (Wien), 1997, 139(5): 404-410.
19. Casper GD, Hartman VL, Mullins LL. Results of a clinical trial of the holmium:YAG laser in disc decompression utilizing a side-firing fiber: a two-year follow-up [J]. Lasers Surg Med, 1996, 19(1): 90-96.
20. 黄其杉, 陈其昕, 王向阳, 等. 激光颈椎间盘汽化减压术安全性的实验研究[J]. 温州医学院学报, 2003, 33(1): 30-32.
21. 赵友权, 范世福, 李小霞. 激光外科中组织的热损伤及其测量技术探讨[J]. 医疗卫生装备, 2001, 22(5): 8-10.
22. Sato M, Ishihara M, Arai T, et al. Use of a new ICG-dye-enhanced diode laser for percutaneous laser disc decompression [J]. Lasers Surg Med, 2001, 29(3): 282-287.

(收稿日期: 2007-05-25 修回日期: 2007-07-30)

(本文编辑 彭向峰)